



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 39 568 C 1

⑤ Int. Cl.⁸:
F 23 N 1/02
F 23 N 5/00
F 23 D 14/60

⑲ Aktenzeichen: 195 39 568.9-43
⑳ Anmeldetag: 25. 10. 95
㉑ Offenlegungstag: —
㉒ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 6. 97

DE 195 39 568 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Stiebel Eltron GmbH & Co KG, 37603 Holzminden, DE

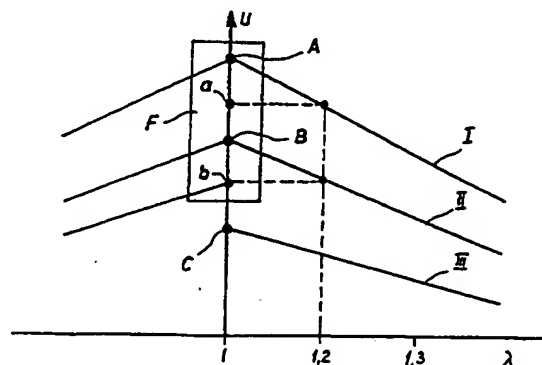
⑦② Erfinder:
Nolte, Hubert, 37671 Höxter, DE; Herrs, Martin, 37671
Höxter, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 21 924 C2
DE 44 33 425 A1
DE 39 37 290 A1

⑤④ Verfahren und Schaltung zur Regelung eines Gasbrenners

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Regelung eines Gasgebläsebrenners legt eine Ionisations-Elektrode eine von der Verbrennungstemperatur bzw. dem Lambda-Wert abgeleitete elektrische Größe einer Regelschaltung, welche diese Größe mit einem gewählten elektrischen Sollwert vergleicht und das Gas-Luft-Verhältnis (Lambda-Wert) auf einen entsprechenden Lambda-Sollwert einstellt. Um den Einfluß einer zustandsbedingten Änderung der Proportionalität zwischen dem Lambda-Wert und der daraus abgeleiteten elektrischen Meßgröße auf die Regelung in der Weise auszugleichen, daß der gewünschte Lambda-Sollwert beibehalten wird, wird nach einer gewissen Betriebszeit ein Kalibrierungszyklus durchgeführt. In diesem wird der Lambda-Wert von einem Wert > 1 ausgehend reduziert. Der sich bei Lambda = 1 ergebende Maximalwert wird gespeichert. Mit diesem Maximalwert wird der elektrische Sollwert nachgestellt.



DE 195 39 568 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines Gasbrenners, insbesondere Gasgebläsebrenners, mit einer Meßelektrode, insbesondere Ionisations-Elektrode die eine von der Verbrennungstemperatur bzw. dem Lambda-Istwert abgeleitete elektrische Größe an eine Regelschaltung legt, welche diese Größe mit einem gewählten elektrischen Sollwert vergleicht und das Gas-Luft-Verhältnis (Lambda) auf einen entsprechenden Lambda-Sollwert einstellt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine entsprechende Regelschaltung.

In der DE 39 37 290 A1 ist eine derartige Regelung beschrieben. Dort liegt die Ionisations-Elektrode in einem Gleichstromkreis. Die Auswertung des Ionisationsstromes ist in der Praxis problematisch, wenn ein proportionaler Zusammenhang zwischen dem Ionisationsstrom und dem Lambda-Wert ermittelt werden soll.

In der DE 44 33 425 A1 ist eine Regeleinrichtung für einen Gasgebläsebrenner beschrieben. Durch eine Wechselspannungsüberlagerung läßt sich der Ionisationsstrom sicher auswerten. Der jeweilige Luftüberschuß (Lambda-Wert) des jeweiligen Verbrennungszustandes wird über die Ionisations-Elektrode erfaßt und in der Regelschaltung mit einem eingestellten Sollwert verglichen. Die Zusammensetzung des Gas-Verbrennungsluft-Gemisches wird entsprechend nachgeregelt, so daß im Endergebnis immer mit einem gewünschten Lambda-Sollwert gearbeitet wird. Gewünscht ist ein überstöchiometrisches Verhältnis von Luft zu Gas, wobei der Lambda-Sollwert vorzugsweise zwischen 1,15 und 1,3 liegt. Es wird dadurch erreicht, daß bei unterschiedlichen Gasqualitäten, beispielsweise Erdgas und Flüssiggas, sowie bei wechselnden Umgebungsbedingungen eine hinsichtlich der Emissionen und des feuerungstechnischen Wirkungsgrades optimale Verbrennung erfolgt.

Im Betrieb kann sich die thermische Kopplung zwischen der Ionisations-Elektrode und dem Gasbrenner ändern, beispielsweise durch Verbiegen, Verschleiß und Verschmutzung der Ionisations-Elektrode oder Verrußung des Brenners. Es wurde gefunden, daß dies dazu führt, daß sich trotz an sich gleichbleibenden Lambda-Wert der Ionisationsstrom und damit die daraus abgeleitete Meßgröße ändert. Es ändert sich also der Proportionalitätsfaktor zwischen dem Lambda-Wert und der daraus abgeleiteten elektrischen Größe. Da diese geänderte Meßspannung am Vergleich der Regelschaltung anliegt, auf den auch der — unveränderte — Sollwert wirkt, wird die Regelschaltung das Gas-Luft-Gemisch, also den Lambda-Wert, verstellen, wodurch es zu einer Abweichung des Lambda-Istwertes vom Lambda-Sollwert kommt, was unerwünscht ist.

In der DE 41 21 924 C2 ist ein Strahlungsbrenner beschrieben, bei dem die jeweilige Strahlung von einem Sensor einer Steuereinrichtung eines Abgasgebläses optisch erfaßt wird. Die Steuereinrichtung führt auch ein Kalibrierungsprogramm durch. Bei dem einen der beschriebenen Kalibrierungsprogramme wird die Gebläsedrehzahl heruntergefahren, wobei bei verschiedenen Drehzahlwerten die jeweiligen Sensorsignale gemessen und gespeichert werden. Aus diesen Datenpaaren wird mittels eines Algorithmusses das Maximum der Kurve ermittelt, auf der die Datenpaare liegen. Anschließend wird aus dem Maximum das Sollwert-Sensorsignal als Abweichung vom Maximum bestimmt. Bei dieser Art von Kalibrierung kann es im Betrieb zu einem Abdriften in Bereiche kommen, in denen unerkannt

unerwünschte Schadstoffemissionen auftreten.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Schaltung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, mit dem/der der Einfluß einer Änderung der Proportionalität zwischen dem Lambda-Wert und der daraus abgeleiteten elektrischen Meßgröße auf die Regelung in der Weise ausgeglichen wird, daß das gewünschte Gas-Luft-Verhältnis (Lambda-Sollwert) aufrechterhalten bleibt.

Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Schaltung durch die Merkmale des Anspruchs 4 gelöst.

Nach einer gewissen Betriebszeit, die entweder durch einen Betriebsstundenzähler oder durch Zählen der Einschaltvorgänge des Brenners erfaßt werden kann, wird die Regelung für kurze Zeit abgeschaltet und ein Kalibrierungszyklus durchfahren. In diesem wird das Gas-Luft-Gemisch zwangsweise angefettet, also der Lambda-Wert von > 1 ausgehend reduziert. Die erfaßte elektrische Meßgröße durchläuft bei $\Lambda = 1$ ein Maximum. Dieser Wert wird festgehalten. Weicht er vom eingestellten elektrischen Grund-Sollwert ab, dann wird dieser nachjustiert. Eine solche Abweichung stellt sich ein, wenn sich die Ionisations-Elektrode verbogen hat, abgenutzt ist oder verrußt ist, was an sich zu einer unerwünschten Verstellung des Gas-Luft-Verhältnisses führen würde. Durch die Erfindung ist eine solche Verstellung vermieden, so daß auch dann auf den gewünschten Lambda-Sollwert geregelt wird, wenn sich der zwischen der Verbrennungstemperatur und der elektrischen Meßgröße bestehende Proportionalitätsfaktor geändert hat.

Nach dem Kalibrierungszyklus wird wieder auf "Regelung" umgeschaltet. Wenn die Abweichung außerhalb eines "Fensters" liegt, wird ein Störsignal ausgelöst und/oder der Brenner zwangsweise abgeschaltet.

Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Regelschaltung bei einem Gasgebläsebrenner und

Fig. 2 ein Kennliniendiagramm.

Ein Gasbrenner (1) weist ein drehzahlregelbares Gebläse (2) auf, das Verbrennungsluft fördert. Er ist mit einer Gaszuführung (3) versehen. Im Flammbereich des Gasbrenners (1) ist eine Ionisations-Elektrode (4) als Meßelektrode angeordnet. Diese Meßelektrode (4) ist bei Gasbrennern üblich. Gewöhnlich dient sie jedoch nur der Flammenüberwachung. Die Meßelektrode (4) erfaßt den sich beim jeweiligen Verbrennungszustand einstellenden Ionisationsstrom. Dieser hängt nach der Richardson'schen Gleichung von der Elektrodentemperatur und damit auch vom jeweiligen Lambda-Wert des jeweiligen Gas-Luft-Gemisches ab.

Auf die Meßelektrode (4) ist über ein kapazitives Koppelglied (5) eine Wechselspannung, im Beispielsfalle einfach die Netzwechselspannung, aufgeschaltet. Das Koppelglied (5) ist über einen Widerstand (6) an Erde gelegt, so daß die Ionisationsstrecke (Flammbereich) elektrisch parallel zum Widerstand (6) geschaltet ist.

An der Meßelektrode (4) liegt über einen Spannungs-Impedanzwandler (7) ein Tiefpaß (8), der ausgangseitig an eine Regelschaltung (9) angeschlossen ist.

Die Regelschaltung (9) nach Fig. 1 weist einen Vergleich (10) auf, an den ein Sollwertgeber (11) gelegt ist. Am Sollwertgeber (11) ist eine dem gewünschten Lambda-Wert, beispielsweise 1,15 bis 1,3, entsprechen-

der elektrischer Sollwert einstellbar. An den Vergleich (10) ist die Ausgangs-Gleichspannung des Tiefpasses (8) gelegt, die dem jeweiligen Lambda-Wert proportional ist. Ausgangsseitig liegt am Vergleich (10) ein Spannungs/Stromwandler (12), welcher über einen Umschalter (13) an einen Leistungstreiber (14) angeschlossen ist, der die Drehzahl des Gebläses (2) steuert.

In die Regelschaltung (9) ist eine Startautomatik (15) integriert, welche den Umschalter (13) steuert. Am Umschalter (13) liegt ein Sollwertgeber (16) für eine Startdrehzahl. Außerdem ist ein Speicher (17) für den momentanen Drehzahlwert vorgesehen.

An den Ausgang des Tiefpasses (8) ist weiterhin ein Schmitt-Trigger (18) geschaltet, der der Flammenüberwachung dient.

Die Funktionsweise der soweit beschriebenen Regelschaltung ist etwa folgende:

Beim Start des Gasbrenners (1) schaltet die Startautomatik (15) auf den Sollwertgeber (16). Über den Leistungstreiber (14) läuft das Gebläse (2) dadurch mit einer Startdrehzahl, die ein sicher zündfähiges Gemisch ergibt.

Nach dem Zünden und erfolgreicher Flammenbildung schaltet die Startautomatik (15) den Umschalter (13) auf den Spannungs/Stromwandler (12). Der von der Ionisations-Elektrode (4) erfaßte Ionisationsstrom führt dazu, daß sich die Wechselspannung eine Gleichspannung überlagert. Diese ist proportional der Ionisation im Flammenbereich. Sie ist proportional dem jeweiligen Luftüberschuß (λ). In der Praxis liegt sie zwischen 0 V und 200 V. Zur Weiterverarbeitung wird die Spannung herabgesetzt und am Ausgang des Tiefpasses (8) tritt im Beispielsfalle eine Gleichspannung zwischen 0 V und 10 V auf.

Die den Luftüberschuß des jeweiligen Gas-Luft-Gemisches verkörpernde Spannung wird im Vergleich (10) mit einem Sollwert verglichen. Die Differenz zwischen den beiden Werten wird in einen Strom gewandelt, der den Ladezustand des Speicherkondensators (17), welcher dem Drehzahl-Momentanwert entspricht, solange ändert und damit die Drehzahl des Gebläses (2) entsprechend steuert, bis der jeweilige Luftüberschuß (Lambda-Istwert) dem Lambda-Sollwert gleich ist.

Er folgt danach eine Veränderung der Verbrennungsbedingungen, beispielsweise Änderung der Gasart, Änderung des Gasdrucks, Änderung der Umgebungstemperaturen o. ä., und weicht dadurch der Lambda-Istwert vom Lambda-Sollwert ab, dann werden diese Störungen in der beschriebenen Weise ausgeglichen.

Wenn die Flamme erlischt, wird über den Schmitt-Trigger (18) die Gaszufuhr (3) gesperrt.

Im Ausführungsbeispiel ist zur Einstellung des Luftüberschusses die Drehzahl des Gebläses (2) geregelt. Statt dessen oder zusätzlich kann auch die Gaszufuhr (3) geregelt sein.

Die Regelschaltung (9) kann auch als digitale Schaltung mit einem Mikroprozessor aufgebaut sein.

Weiterhin ist eine Aktivierungsschaltung (21) vorgesehen. Diese zählt die von der Startautomatik (15) ausgelösten Startvorgänge oder erfaßt die Betriebsstunden des Gasbrenners (1), die ebenfalls von der Startautomatik (15) ableitbar sind. Mit der Aktivierungsschaltung (21) ist ein Rampengenerator (22) verbunden, der an eine dritte Schaltposition des Umschalters (13) angeschlossen ist.

Am Ausgang des Tiefpasses (8) liegt eine Erkennungsschaltung (23), die ebenfalls an die Aktivierungsschaltung (21) angeschlossen ist und der eine Speicher-

schaltung (24) nachgeschaltet ist. Die Speicherschaltung (24) ist mit dem Sollwertgeber (11) verbunden.

Die Funktionsweise der zusätzlichen Schaltung in einem Kalibrierungszyklus ist etwa folgende:

Nach einer bestimmten Anzahl von Startvorgängen oder Betriebsstunden, beispielsweise 100 Startvorgängen oder 10 Betriebsstunden, bringt die Aktivierungsschaltung (21) den Umschalter (13) in seine dritte Schaltposition und aktiviert den Rampengenerator (22). Die oben beschriebene Regelung ist dadurch abgeschaltet.

Der Rampengenerator (22) steuert nun das Gebläse (2) oder die Gaszuführung (3) in der Weise, daß das Gas-Luft-Gemisch "angefettet" wird, sich also der Gasanteil erhöht. Der Lambda-Wert wird dabei von einem Wert > 1 , beispielsweise 1,3, kontinuierlich auf einen Wert unter 1 reduziert. Dabei ergibt sich ein von der Ionisations-Elektrode (4) abgeleiteter Verlauf der Meßspannung am Ausgang des Tiefpasses (8), wie er in einer der Kurven I, II, III in Fig. 2 beispielhaft dargestellt ist. Welche der Kurven sich einstellt, hängt vom Zustand der Ionisations-Elektrode (4) bzw. des Gasbrenners (1) ab; also davon ab, wie die Ionisations-Elektrode (4) im Anschlußbereich der Brennerflammen liegt. Beispielsweise stellt sich bei verbogener, verschlissener oder verrosteter Ionisations-Elektrode (4) ein anderer Spannungsverlauf ein als im "guten" Zustand.

Alle Kurven I, II, III durchlaufen bei $\lambda = 1$ ein Maximum. Die Maxima der Kurven I, II, III sind in Fig. 2 mit A, B, C bezeichnet.

Die Erkennungsschaltung (23) erfaßt das jeweilige Spannungsmaximum A, B, C, beispielsweise indem sie die Steigung der Kurve I, II bzw. III auswertet. Die jeweilige Maximalspannung wird in der Speicherschaltung (24) abgelegt. Die Speicherschaltung (24) stellt den Grundwert (100%) des Sollwertgebers (11) auf diesen Wert ein.

Geht man beispielsweise davon aus, daß I die Kennlinie eines "guten" Zustandes der Ionisations-Elektrode (4) ist und geht man davon aus, daß der Lambda-Sollwert 1,2 sein soll, dann ist der Sollwertgeber (11) so eingestellt worden, daß er auf 90% seines Grundwertes (100%) gestellt wurde (vgl. a in Fig. 2, wobei Fig. 2 nicht maßstabsgerecht ist).

Solange sich am Zustand der Ionisations-Elektrode (4) bzw. des Gasbrenners (1) nichts ändert, wird auch in den Kalibrierungszyklen an dem Grundwert (100%) des Sollwertgebers (11) nichts geändert.

Ergibt sich in einem Kalibrierungszyklus die Kennlinie (II) mit dem Maximalwert (B), was die Folge einer Zustandsänderung der Ionisations-Elektrode (4) ist, dann wird in der Speicherschaltung (24) dieser Spannungswert (B) als Grundwert für den Sollwertgeber (11) gespeichert. Der Sollwertgeber (11) bleibt weiter auf 90% eines Grundwertes eingestellt, was b in Fig. 2 zeigt. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß bei der Spannung (b) (90% der Maximalspannung B) über den Vergleich (10) dann, wenn die Regelung nach dem Kalibrierungszyklus mittels des Umschalters (13) wieder eingeschaltet wird, eine Regelung auf den Lambda-Sollwert von 1,2 erfolgt.

Es ist also erreicht, daß abhängig vom jeweiligen Zustand der Ionisations-Elektrode (4) die Regelschaltung (9) immer so nachgeregelt wird, daß die Regelschaltung (9) im Regelbetrieb den Lambda-Istwert auf den gewünschten Lambda-Sollwert regelt. Betriebsbedingte Zustandsänderungen der Ionisations-Elektrode (4) bzw. des Gasbrenners (1) sind also ausgeglichen.

Für die beschriebene Nachstellung des Sollwertgebers (11) bestehen Grenzen. Diese sind in Fig. 2 durch

das Fenster (F) angedeutet. Solange in den Kalibrierungszyklen die Maxima der Spannungsverläufe, wie A, B, innerhalb des Fensters (F) liegen, erfolgt die beschriebene Nachstellung des Sollwertgebers (11). Ergibt sich ein Spannungsmaximum, wie C, das außerhalb des Fensters (F) liegt, dann erkennt dies die Erkennungsschaltung (23) und löst ein Störsignal und/oder eine zwangsweise Abschaltung des Gasbrenners (1) aus.

Die Kalibrierungszyklen sind im Vergleich zu den Zeiten, in denen der Gasbrenner (1) im normalen Regelbetrieb arbeitet, sehr kurz, so daß die während den Kalibrierungszyklen mit einem vom Lambda-Sollwert abweichenden Lambda-Wert erfolgende Verbrennung in Kauf genommen werden kann. Im jeweils an einen Kalibrierungsvorgang anschließenden Regelbetrieb verbessert sich die Verbrennung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines Gasbrenners, insbesondere Gasgebläsebrenners, mit einer Meßelektrode, insbesondere Ionisations-Elektrode, die eine von der Verbrennungstemperatur bzw. dem Lambda-Wert abgeleitete elektrische Größe an eine Regelschaltung legt, welche diese Größe mit einem gewählten elektrischen Sollwert vergleicht und das Gas-Luft-Verhältnis (Lambdawert) auf einen entsprechenden Lambda-Sollwert einstellt, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Betriebszeit, in der der Gasbrenner im Regelbetrieb arbeitet, zwangsweise ein Kalibrierungszyklus durchgeführt wird, der kurz gegenüber der Betriebszeit ist und in dem der Lambda-Wert von einem Wert > 1 auf einen Wert unter 1 reduziert wird und in dem die sich dabei ergebende oben genannte elektrische Größe gemessen wird und ihr Maximalwert (A, B, C) gespeichert wird, und daß mit diesem Maximalwert der elektrische Sollwert nachgestellt wird, damit die Regelschaltung auf den Lambda-Sollwert regelt, und daß dann, wenn der Maximalwert (A, B, C) außerhalb eines vorbestimmten Fensters (F) liegt, also außerhalb von für die Nachstellung bestehenden Grenzen liegt, ein Störsignal erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kalibrierungszyklus jeweils nach einer bestimmten Anzahl von Betriebsstunden oder Einschaltungen des Gasbrenners eingeleitet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Kalibrierungszyklus der Lambda-Wert > 1 wenigstens so groß ist wie der einstellbare Lambda-Sollwert.

4. Schaltung zur Regelung eines Gasbrenners, insbesondere Gasgebläsebrenners mit einer Meßelektrode, insbesondere Ionisations-Elektrode, die eine der Verbrennungstemperatur (Lambda-Wert) entsprechende elektrische Meßgröße an die Regelschaltung legt, wobei in der Regelschaltung ein Vergleich der jeweiligen elektrische Meßgröße mit einem Sollwertgeber vergleicht und das Gas-Luft-Verhältnis auf einen Lambda-Sollwert regelt, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer von einer Aktivierungsschaltung (21) erfaßten Betriebszeit, in der der Gasbrenner im Regelbetrieb arbeitet, ein Umschalter (13) die Regelung unterbricht und ein Rampengenerator (22) das Gas-Luft-Verhältnis von einem Lambda-Wert > 1 ausgehend auf einen Wert unter 1 reduziert, wobei die elektrische Größe (U) eine Kurve (I, II, III) durchläuft, und daß eine Erkennungs- und Speicherschaltung (23, 24) den Wert der Meßgröße im Maximum (A, B, C) der Kurve (I, II, III) erfaßt und speichert und den Sollwertgeber (11) auf diesen Wert als Grundwert justiert und daß die Erkennungsschaltung (23) ein Störsignal auslöst, wenn das jeweilige Maximum (A, B, C) außerhalb eines vorbestimmten Fensters liegt.

ße (U) eine Kurve (I, II, III) durchläuft, und daß eine Erkennungs- und Speicherschaltung (23, 24) den Wert der Meßgröße im Maximum (A, B, C) der Kurve (I, II, III) erfaßt und speichert und den Sollwertgeber (11) auf diesen Wert als Grundwert justiert und daß die Erkennungsschaltung (23) ein Störsignal auslöst, wenn das jeweilige Maximum (A, B, C) außerhalb eines vorbestimmten Fensters liegt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

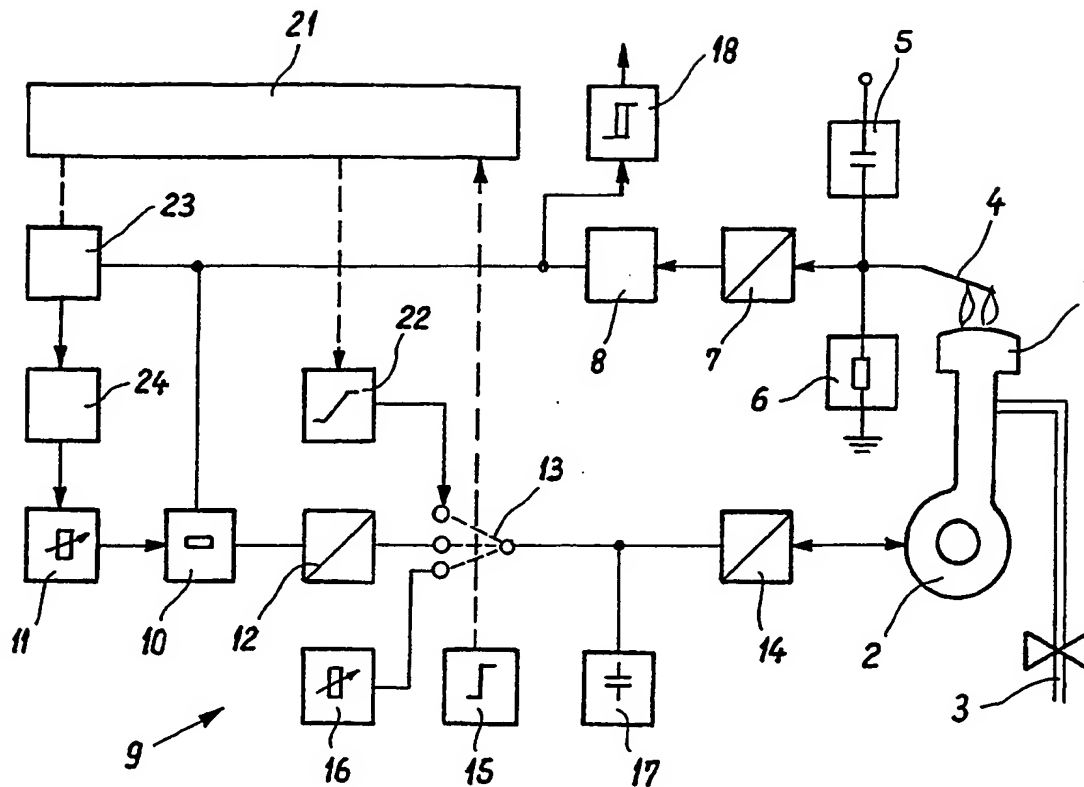


Fig. 2

